

**Studi Analisa Koordinasi Menggunakan Relay OCR (*OVER
CURRENT RELAY*) Untuk Gangguan Hubung Singkat Pada
Penyulang 2 Distribusi 20 KV GI Jajar Surakarta Menggunakan
ETAP 12.6**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Oleh:

MUHAMMAD DHOI FATHONI SOFA

D 400 130 029

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

Studi Analisa Koordinasi Menggunakan Relay OCR (OVER CURRENT RELAY) Untuk Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 2 Distribusi 20 KV GI Jajar Surakarta Menggunakan ETAP 12.6

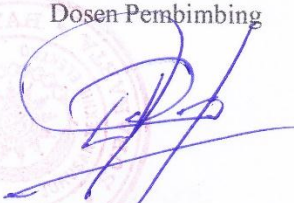
PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

MUHAMMAD DHOI FATHONI SOFA

D 400130029

Telah diperiksa dan disetujui untuk tugas akhir oleh:

Dosen Pembimbing

Umar, S.T.M.T
NIK 731

HALAMAN PENGESAHAN

Studi Analisa Koordinasi Menggunakan Relay OCR (OVER CURRENT RELAY) Untuk Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 2 Distribusi 20 KV GI Jajar Surakarta Menggunakan ETAP 12.6

OLEH

MUHAMMAD DHOI FATHONI SOFA

D 400 130 029

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari jum'at 21 Juli 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Umar, S.T, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Jatmiko, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



H. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 17 Juni 2017

Penulis



MUHAMMAD DHOI FATHONI SOFA

D400 130 029

Studi Analisa Koordinasi Menggunakan Relay OCR (*OVER CURRENT RELAY*) Untuk Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 2 Distribusi 20 KV GI Jajar Surakarta Menggunakan ETAP 12.6

Abstrak

Jaringan distribusi pada setiap penyulang memiliki kerusakan-kerusakan yang berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor *internal* dan *eksternal*. Upaya untuk meminimalisir semua gangguan itu PLN telah melakukan pemeliharaan dan *maintenance*. Gangguan ini disebabkan oleh bertambahnya daya dari konsumen dan pasokan aliran daya dari distribusi yang kurang baik, oleh sebab itu banyak sistem proteksi yang rusak dan perlu perbaikan lebih. Pemasangan sistem proteksi terutama pada rele menjadi aspek penting bagi kinerja komponen lainnya, karena sistem proteksi menjadi titik dimana yang sering *trouble*, dan meski nilai seting sudah sesuai tetapi lonjakan arus masih saja terjadi. Hasil dari penelitian ini nilai seting dari pihak PLN untuk TMS : 0,25 detik dan nilai seting dari perhitungan manual yang dilakukan oleh penulis TMS sebesar : 0,18 detik. Terdapat beda nilai dari semua penelitian yang dilakukan, tetapi ini sebagai rujukan dan referensi bagi penulis agar kedepannya lebih baik. Sistem yang ada pada distribusi di penyulang 12 masih tergolong aman dan nilai seting masih sesuai standart dari IEEE 242-2986.

Kata Kunci: Koordinasi, Penyulang , Hubung Singkat.

Abstract

Networks distributed on each feeder have different defects, this is due to several factors: internal and external factors. Efforts to minimize all the disturbance PLN has done maintenance and maintenance. This disorder is caused by the increase of power from the consumer and the power supply flow from the unfavorable distribution, therefore many protection systems are damaged and need more improvement. Installation of protection systems especially on releases becomes an important aspect for the performance of other components, because the protection system becomes the point where the frequent trouble, and although the value of the setting is appropriate but the current surge is still happening. The result of this research is the setting value of PLN for TMS: 0.25 seconds and the setting value of manual calculation performed by TMS author is: 0.18 seconds. There is a difference in value from all the research done, but this as a reference and references for authors for better in the future. The existing system of distribution in feeders 12 is still relatively safe and the setting is still in accordance with the standard of IEEE 242-2986.

Keywords: *Coordination, Feeder, Short Circuit.*

1. PENDAHULUAN

Jaman yang sekarang ini dengan perkembangan jaman yang semakin maju dengan segala teknologi yang ada, jnb dengan menggunakan jaringan interkoneksi terutama pada sistem kelistrikan di Indonesia. PT PLN (persero) mulai pemerataan penyaluran listrik disemua wilayah yang ada di Indonesia dengan menambah pasokan daya sebesar 35 MW di tahun 2016, dengan pemerataan ini semua wilayah akan ada listrik.

setiap jaringan penyaluran listrik terdapat susunan meliputi sistem pembangkit, sistem penyaluran (transmisi) dan sistem distribusi. Di bidang distribusi yang ada di gardu induk jajar 20kv terdapat beberapa penyulang diantaranya setiap penyulang mempunyai bagian-bagian tersendiri untuk menyuplai blok-blok tertentu. Pada penyulang 2 gardu induk jajar 20kv kadang mengalami *trouble* karena menambahnya kebutuhan konsumen serta terdapat gangguan dari luar atau pun dalam. Seperti halnya gangguan simetris dan tidak simetris, gangguan simetris merupakan gangguan yang disebabkan tersambunganya 3 fasa dengan impedansi yang sama, sedangkan gangguan tidak simetris adalah gangguan satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah dan tiga fasa ke tanah untuk mengatasi semua itu dilakukan *maintenance* secara rutin serta menggunakan sistem proteksi dengan penambahan rele OCR (*Over Current Relay*) di setiap penyulang.

Rele ini berfungsi untuk mendeteksi arus gangguan hubung singkat dengan meminimalisir gangguan yang terjadi. Rele OCR (*Over Current Relay*) ini biasanya di pasang sebelum trafo yang berguna untuk melindungi bagian trafo tersebut, gangguan arus hubung singkat ini sulit untuk diprediksi untuk mengatasinya perlu ditingkatkan keandalan pada system proteksinya. Sebuah jaringan distribusi yang besar koordinasi rele merupakan masalah yang harus diperhatikan terkait kendala waktu operasi keseluruhan masing-masing rele (Thakur and Kumar, 2015).

Berbagai aspek dan hal harus diperhatikan dalam menyeting sistem proteksi, hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan rele arus lebih seperti kecepatan,

sensitivitas, reliabilitas dan selektifitas (Badekar, 2009). Walaupun sudah dimonitor diberbagai aspek dan hal masih ada gangguan seperti gangguan simetris dan tidak simetris. Penyetingan awal untuk arus lebih dengan pemasangan pada setiap tempat untuk rele, kemudian menghitung nilai dari arus hubung singkat pada setiap tempat yang dipasang rele (Birjandi, 2011). Semua proses perhitungan tiap rele yang dipasang tidak semuanya dengan rumus serta hitung manual, melainkan bisa menggunakan *software* etap 12.6. dengan parameter serta komponen yang kompleks dari software ini perhitungan arus hubung singkat bisa dilakukan mudah.

Mamfaat dari penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai setting yang ada pada PT PLN (PERSERO) dengan analisa yang dibuat sendiri menggunakan ketentuan-ketentuan yang ada. Hasilnya pun ada beberapa nilai *setting* yang berbeda, meskipun tidak terlalu jauh jaraknya mungkin ini bisa jadi referensi.

1. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan oleh penulis dengan metode sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Yaitu hal-hal yang dipelajari oleh penulis sebagai acuanya dan referensinya adalah buku, karya ilmiah dan rumus yang sudah tercantum didalamnya.

2. Pengambilan Data

Dilakukan dengan mengambil data dan melakukan obesrvasi selama 2 minggu dilapangan, data yang berupa single line diagram penyulang 2 jajar dibidang distribusi.

3. Analisis Data

Berguna untuk mempelajari sistem proteksi yang ada di distribusi, sehingga analisa yang akan dibuat sesuai dengan rumus yang ada.

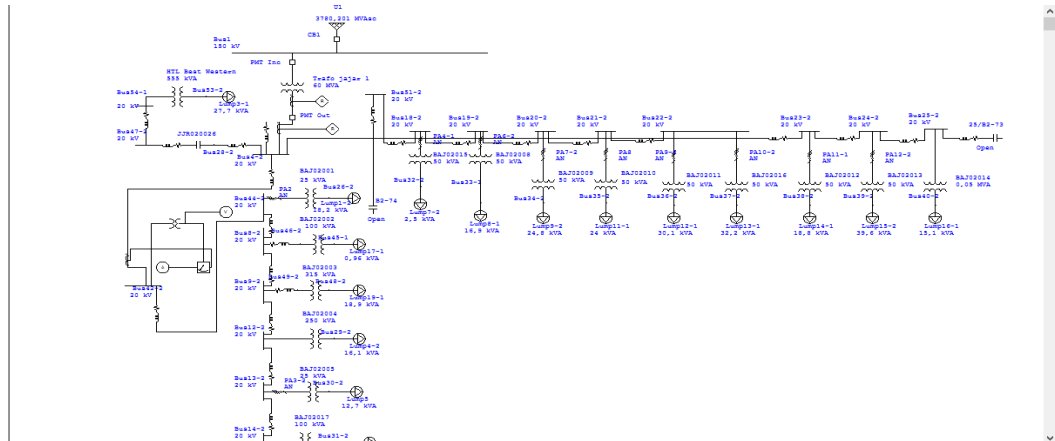
4. Perhitungan

Bertujuan untuk menghitung dan mengatur apakah perhitungan yang dibuat sesuai dengan yang sudah diterapkan pada sebuah sistem distribusi di penyulang.

5. Pengujian

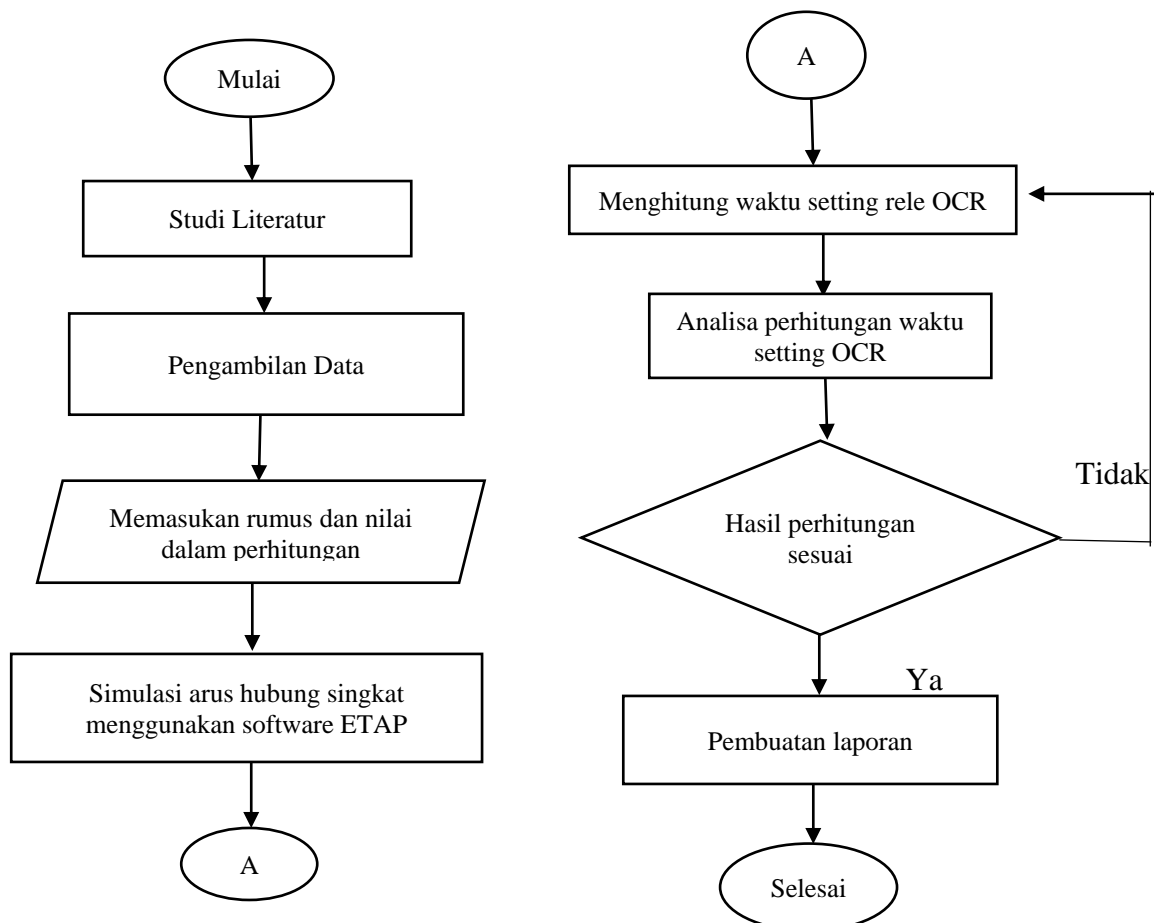
Dalam tahap terakhir ini pengamatan dan hasil yang didapatkan dari perhitungan yang sudah sesuai rumus dan referensi yang ada.

a. Gambar *single line diagram* penyulang 2



Gambar 1. Dari Single Line Diagram.

b. Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Arus Gangguan Hubung Singkat

Nilai arus hubung singkat didapat dari menghitung dengan rumus manual dan membandingkannya dengan hasil simulasi di *software* ETAP 12.6. untuk perhitungan manual dapat dilihat sebagai berikut :

Diketahui

$$Z_1 = 0,08059 + j0,3323$$

$$Z_2 = 0,08059 + j,3323$$

$$Z_3 = 0,21775 + j1,1132$$

$$V = 150 \text{ kv}$$

$$E_a = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

$$E_a = \frac{150.000}{1,732} = 86605,08 \text{ kv}$$

1. Menghitung arus hubung singkat 3 fasa ke tanah pada bus 1

$$I_a = \frac{E_a}{Z_1}$$

$$I_a = \frac{86605,08}{0,08059 + j0,3323} = \frac{86605,08 \angle 0^\circ}{0,34193 \angle 76,3677^\circ} = 253283,069 \angle -76,3677^\circ \text{ kA}$$

2. Menghitung arus hubung singkat 2 fasa ke tanah pada bus 1

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1 + (Z_2 \parallel Z_0)}$$

$$Z_2 \parallel Z_0 = \frac{Z_2 Z_0}{Z_2 + Z_0} = 0,26277 \angle 53,636^\circ = 0,15580 + j0,211607 \Omega$$

$$I_{a1} = \frac{86605,08}{(0,08059 + j0,3323) + (0,15580 + j0,211607)}$$

$$= \frac{86605,08 \angle 0^\circ}{0,593055 \angle 66,5095^\circ} = 146032,121 \angle -66,5095^\circ \text{ kA}$$

3. Menghitung arus hubung singkat 1 fasa ke tanah pada bus 1

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_{total}}$$

$$I_a = 3 \cdot I_{a1}$$

$$I_{a1} = \frac{86605,08}{0,37893 + j1,7778} = \frac{86605,08 \angle 0^\circ}{1,817735 \angle 77,9677^\circ} = 228551,658 \angle -77,9677^\circ \text{ kA}$$

$$I_{a1} = 3 \times (228551,658 \angle -77,9677^\circ) = 685654,974 \angle -77,9677^\circ \text{ kA}$$

4. Menghitung arus hubung singkat 3 fasa ke tanah pada bus 4
V=20 kv

$$E_a = \frac{V}{\sqrt{3}}$$

$$E_a = \frac{20.000}{1,732} = 11547.344 \text{ kv}$$

$$I_a = \frac{E_a}{Z_1}$$

$$I_a = \frac{11547,344}{0,08059 + j0,3323} = \frac{11547,344 < 0^0}{0,341593 < 76,3677^0} = 33804.392 < 76.3677 \text{ kA}$$

5. Menghitung arus hubung singkat 2 fasa ke tanah pada bus 4

$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z^1 + (Z_2 // Z_0)}$$

$$Z_2 // Z_0 = \frac{Z_2 Z_0}{Z_2 + Z_0} = 0,26277 < 53,6368^0 = 0,15580 + j0,211607 \Omega$$

$$I_{a1} = \frac{11547,344}{(0,8059 + j0,3323) + (0,15580 + j0,211607)}$$

$$= 19470,949 < 66,5095$$

6. Menghitung arus hubung singkat 1 fasa ke tanah pada bus 4

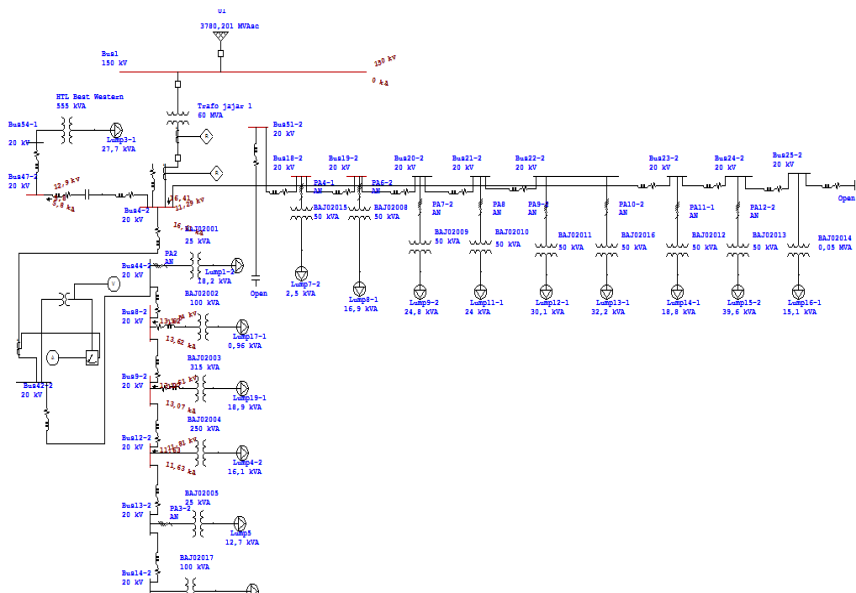
$$I_{a1} = \frac{E_a}{Z_{total}}$$

$$I_a = 3 \cdot I_{a1}$$

$$I_{a1} = \frac{11547,344}{0,37893 + j1,7778} = \frac{11547,344 < 0^0}{1,817735 < 77,9677^0} = 6352.60035 < 77.9677 \text{ kA}$$

- b.** Simulasi gangguan hubung singkat menggunakan software ETAP 12.6

Arus hubung singkat 3 fasa $\frac{1}{2}$ *cycle* diperoleh dari simulasi arus gangguan maximim, sedangkan arus hubung singkat 2 fasa 30 *cycle* diperoleh dari simulasi arus gangguan minimum (Triandini, 2015).



Gambar 3. Simulasi arus hubung singkat 3 fasa dengan software ETAP 12.6

c. Perhitungan nilai setting OCR (*Over Current Relay*)

Cara untuk menghitung nilai seting OCR, harus mengetahui terlebih dahulu tentang karakteristik dari rele tersebut. *Inverse Definite Minimum Time* (IDMT), mempunyai 3 macam karakteristik meliputi *Extremly Inverse* (EI), *Very Inverse* (VI), serta *Standart Inverse* (SI). *Extremly Inverse* dan *Very Inverse* memiliki waktu operasi yang kecil dibandingkan dengan *Standart Inverse* yang waktu operasinya paling besar (Uma, 2014).

Model dari OCR yang dipakai

OCR 1

Manufacture : MICOM

Model : P123

Rasio CT : 1:300

Isc Mac : 14551 A

Waktu Operasi: 0,3

OCR 2

Manufacture : MICOM

Model : P123

Rasio CT : 1:1800

Isc Mac : 15290 A

Waktu Operasi: 0,5

Perhitungan nilai seting OCR 1 dari sisi *outgoing*

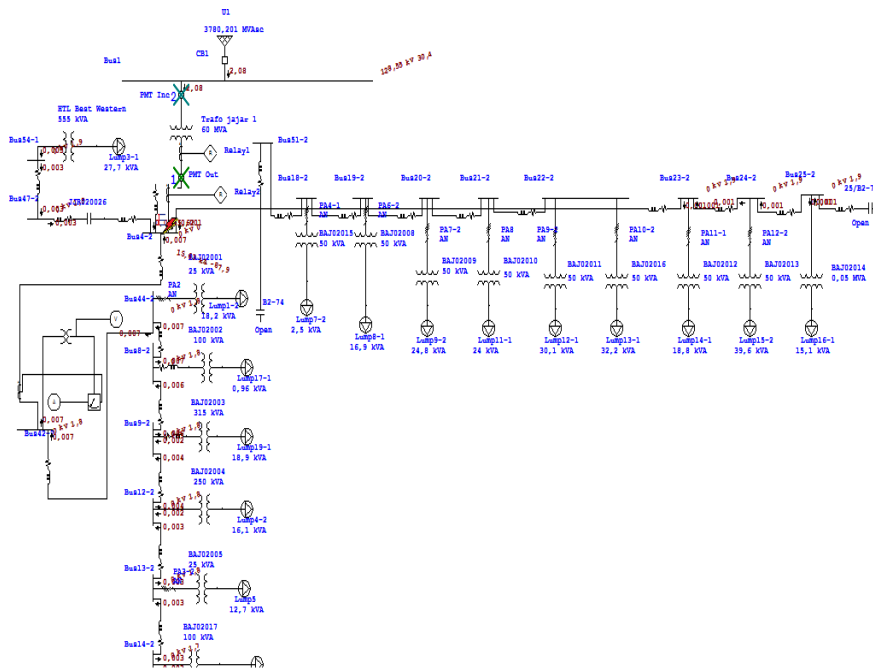
1. Menghitung FLA

$$FLA = \frac{kVA}{\sqrt{3} \text{ kV}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1800}{\sqrt{3} \cdot 150} \\
&= 230.9401 \text{ A} \\
2. \text{ Arus } &\textit{pick up} \\
I_p &= \frac{1,1 \times \text{FLA}}{\text{Rasio CT}} \\
&= \frac{1,1 \times 230,9401}{300} \\
&= 0,84678 \text{ A} \\
3. \text{ Is} \\
I_s &= I_p \times \text{Rasio CT} \\
&= 0,84678 \times 300 \\
&= 254.034 \text{ A} \\
4. \text{ Time Multiplier Setting (TMS)} \\
\text{TMS (SI)} &= \frac{T \times \left[\left(\frac{I_{sc \text{ Max}}}{I_s} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14} \\
&= \frac{0.3 \times \left[\left(\frac{14551}{254.034} \right)^{0.02} - 1 \right]}{0.14} \\
&= 0.180699 \text{ detik} \\
5. \text{ Arus } &\textit{pick up instantaneous} (I_p) \\
I_p &= \frac{0.8 \times I_{sc \text{ Min}}}{\text{Rasio CT}} \\
&= \frac{0.8 \times 12601}{300} \\
&= 33.6026 \text{ A}
\end{aligned}$$

3.4 Simulasi koordinasi rele arus lebih dengan software ETAP 12.6

Penerapan sistem proteksi terutama rele pada sebuah saluran distribusi sangatlah penting karena untuk melindungi bagian trafo dan membatasi arus lebih. Penempatan rele utama dan rele bantu harus teroganisir satu dengan yang lainnya. Juga harus menginput nilai setting yang sudah ditentukan, supaya sistem berjalan dan memiliki kualitas yang baik dalam penyaluran distribusi listrik (Patel, 2015).



Gambar 4. Simulasi koordinasi arus lebih menggunakan ETAP 12.6

Hasil simulasi percobaan pada bus 4 saat diberi gangguan arus hubung singkat 3 fasa menunjukkan nilai arus hubung singkat sebesar 15.629 KA. Akibat dari nilai yang terlalu besar dan melebihi kapasitas yang sudah ditentukan, maka rele yang terdekat dari gangguan tersebut akan bekerja. Rele yang terdekat adalah rele PMT out maka PMT out bekerja memutuskan arus yang terjadi dalam gangguan yang berada di bus 4. Sistem proteksi pada PMT out bisa sewaktu-waktu mengalami gangguan, maka harus ada yang bisa *membackup* dengan menggunakan PMT in. Kedua PMT out atau in harus bisa saling *sinkron* dan teroganisir dengan baik, agar sistem berjalan baik.

3. PENUTUP

Berdasarkan analisa hasil perhitungan koordinasi rele arus lebih menggunakan *software* ETAP Power Station 12.6 pada jaringan listrik di PT Pertamina EP-Central Processing Plant Area Gundih didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Akibat jika jarak lokasi gangguan semakin jauh, maka arus gangguan hubung singkat semakin kecil. Sebab nilai dari impedansi salurannya semakin besar.
2. Sebelum menyetting OCR harus mengetahui terlebih dahulu berapa niali arus hubung singkat, dan memasukan niali CT dan PT.
3. Waktu penyetelan kerja dari OCR 1 (0.1), dan OCR 2 (0.3) sesuai dengan ketentuan standar dari IEEE 242-2986 yang mempunyai waktu penyetelan minimum 0,1 detik
4. Nilai dari semua seting PLN dan nilai seting yang dihitung manual terdapat perbedaan, walau ada perbedaan tetepi menjadi pedoman bagi penulis.

PERSANTUNAN

Penulis banyak mengucapkan terimakasih kepada semua teman-teman dan orang yang sudah membantou penulis dalam menyelesaikan tugas akhir sebagai berikut:

1. ALLAH SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan hidayah dan rahmat kepada kita semua.
2. Terima kasih kepada orang tua yang selalu memberikan arahan dan nasehat kepada penulis untuk bisa menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
3. Kepada kakaku yang bernama Harsanti Margasari Fortuna yang telah memberi semangat agar penulis bisa mengerjakan laporan Tugas Akhir.
4. Kepada Bapak Umar S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro..
5. Kepada Bapak , Umar S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing.
6. Bapak dan ibu Dosen Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Kepada Bapak Sugeng selaku *Supervisor* Gardu Induk Jajar yang sudah memberikan data dilapangan.
8. Kepada Ibu Tyas selaku karyawan APP salatiga yang telah mneizinkan untuk mengambil data di Gardu Induk Jajar.
9. Kepada Angga, Yoga, dan Qodir selaku karyawan PLN Gardu Induk Jajar yang telah memberikan ilmu dilapangan kepada penulis.
10. Kepada yudha Palagan Dan Novia Hardianasari yang selalu memberi motivasi dan masukan kepada penulis, agar bisa menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu.
11. Kepada sahabatku Riki Ariyanta yang sangat membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu.
12. Teman-teman Teknik Elektro UMS angkatan 2012, Reynaldo Higa, Cahyo Kumolo, Saleh Syahmi, Aan Budi, Aziz, serta teman-teman

yang tidak dapat disebutkan oleh penulis satu per satu yang telah memberikan semangat dan dukungan yang sangat membantu.

13. Teman-teman Teknik Elektro UMS angkatan 2013, Bangkit Setiawan, Wahyu Prasetyo, Sholihudin Tanjung, Fredi B, Eko Purwanto, Agus Sutriyoni, Devy Bagus, Fathir Rizki, Tri Sudaryono, Ana Dwi Ernia, Prayusadana, Ibrahim Fatwa, Rika Ariyanto, Angga yulianto, Elfan Suseno, Eko Didik, Ahamd Nur Hadi, Qoid Zuhdi, serta teman-teman angkatan 2013 yang banyak membantu dan memotivasi penulis supaya dapat menyelesaikan Tugas akhir.
14. Terima kasih kepada Nury Itsnaeny, Nova Daniar, Laila H, Ria Lorensa, Astria Feby A, Tia I, Ghina Julia A, Sendy Pratiwi, Andik F, Taufan Arif, Wahyu Aji, Catur M, Zaky A. Mintarsih Rahma

DAFTAR PUSTAKA

- Badekar, P P., et al. (2009). *Optimum Time Coordination of Overcurrent Relays in Distribution System Using Big-M (Penalty) Method*. Visvesvaraya National Institute of Technology Nagpur (Maharashtra).
- Birjandi, A A M, Pourfakkah M. (2011). *Optimal Coordination of Overcurrent and Distance Relays by a New Particle Swarm Optimization Method*. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Vol 1.
- Mathur, A., & Vinay, P. (2015). Unsymmetrical short-circuit analysis for distribution system considering loads. *Journal Electrical Power and Energy Systems*, 70, 27-38.
- Moura, A.P., & Lopes, J.A., Mourad A.F. (2013). Sequence networks to the calculation of two-simultaneous faults at the same location. *Journal of Electrical Power and Energy Systems*. 69,414-420.
- Thakur, M., & Kumar, A. (2015). Optimal coordination of directional over current relays using a modified real coded generic algorithm: A comparative study. *Journal of Electrical Power and Energy System*, 82,484-495.
- Triandini, T Y R. (2015). *Analisa Sistem Proteksi Relé (Overcurrent dan Ground Fault) Dengan Menggunakan Kurva Koordinasi Relé dan Software ETAP 7.5 Pada Plant Unit 5 PT. Krakatau Posco*. Universitas Mercubuana. Jakarta.
- Uma, U U, Onwuka, I K. (2014). *Overcurrent Relé Setting Model for Effective Substation Relé Coordination*. IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN). Vol 04.